

## МОДЕРНИЗАЦИИ ПЕРЕГОННОЙ СВЯЗИ НА УЧАСТКЕ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ В УСЛОВИЯХ ОТКАЗА ОТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КАБЕЛЕЙ С МЕДНЫМИ ЖИЛАМИ

*Матвеева В.И., Чумакова Т.Н.*

КЖТ УрГУПС, г.Екатеринбург, Россия

[matveevav0705@gmail.com](mailto:matveevav0705@gmail.com)

[euclx2@gmail.com](mailto:euclx2@gmail.com)

**Аннотация.** На участках, оборудованных автоблокировкой, диспетчерской централизацией и на всех электрифицированных участках железных дорог должна быть перегонная связь. Отказ от медножильных кабелей на магистральных линиях связи при новом строительстве и переход на волоконно-оптические кабели потребовал поиска альтернативных решений в организации перегонной связи.

На железных дорогах РФ успешно начато применение современных технологий для организации перегонной связи.

В данной работе сделана попытка систематизировать знания о современных вариантах организации перегонной связи с точки зрения выбора наиболее подходящей к конкретным условиям технологии. Особое внимание уделено особенностям организации и проектирования перегонной связи на протяженных участках.

**Ключевые слова:** Перегонная связь, волоконно-оптический кабель, гигабитная пассивная оптическая сеть, сплиттер, спектральное уплотнение оптических каналов, оптический бюджет мощности.

## ALEMBIC CONNECTION MODERNIZATION ON THE RAILWAY SECTION IN THE CONDITIONS OF REFUSAL OF USE CABLES WITH COPPER CORES

*Matveeva V.I. Chumakova T.N.*

KZHT URGUPS, Ekaterinburg, Russia

**Annotation.** There should be a stage connection on sections, equipped with auto-locking, dispatching centralization, and on all electrified sections of railways. The abandonment of copper-core cables on the main communication lines during new construction and the transition to fibre-optic cables required the search for alternative solutions in the organization of distillation communication.

The use of modern technologies for the organization of the distillation connection has been successfully launched on the railways of the Russian Federation.

In this paper, an attempt is made to systematise knowledge about modern variants of the organization of distillation communication, from the point of view of

choosing the most suitable technology for specific conditions. Special attention is paid to the peculiarities of the organization and design of the distillation connection on extended sections.

**Key words:** alembic connection, fiber optic cable, Gigabit Passive Optical Network, splitter, Coarse Wavelength Division Multiplexing.

Оперативно-технологическая связь (ОТС) предназначена для непосредственной организации технологического процесса и регулирования движения поездов, вагонопотоков, для обеспечения работы технических устройств на станциях и перегонах, а также для эксплуатации и ремонта технических сооружений железнодорожного транспорта. На участках железных дорог, оборудованных автоблокировкой, диспетчерской централизацией и на всех электрифицированных участках, должна быть перегонная связь [3, с.82]. Перегонная связь предназначена для ведения переговоров между работниками, находящимися на перегоне, и дежурными раздельных пунктов, ограничивающих перегон, поездным и энергодиспетчером, диспетчерами дистанций пути, сигнализации и связи.

Переход на волоконно-оптические кабели связи на железнодорожном транспорте практически завершён. Связь по волоконно-оптическому кабелю позволяет предоставлять дополнительные функции, связанные с возможностями информационных технологий. Все виды железнодорожной связи, за исключением перегонной, работают по волоконно-оптическим системам передачи. Перегонная связь до настоящего времени работает по физическим цепям магистральных медножильных кабелей. Их эксплуатация и ремонт стали экономически не выгодны, но не был разработан способ включения телефонных аппаратов в волоконно-оптический кабель на перегоне (на мачтах светофоров) с возможностью переговоров с пункта доступа с дежурными по обеим станциям, ограничивающим перегон. В течение последних лет разработано несколько способов для организации перегонной связи по волоконно-оптическим линиям. Такая связь получила условно сокращенное наименование ПГС-О. Для организации перегонной связи с использованием волоконно-оптических линий связи предлагается использовать следующие технологии:

- (ПСД – 1) на базе PON-технологии без первичного цифрового канала E1;
- (ПСД – 2) на базе PON-технологии по первичному цифровому каналу E1 в световом потоке);
- (ПСД – 3) на основе технологии волноводного уплотнения CWDM [1, с. 27-33].

При создании ПГС-О возможны два режима организации связи: базовой функциональности и расширенной функциональности.

Режим базовой функциональности включает следующие положения:

- на перегоне должны быть организованы перегонная (ПГС) и аварийно-восстановительная (АВС) связи. Причем их необходимо организовать с занятием не более двух оптических волокон (ОВ) в зоновом ВОК;
- на железнодорожных перегонах средней протяженности (до 10-15 км) предусматриваются ответвления от зонового ВОК к стойкам ПГС-О, установленным с интервалом 1-2 км;
- при этом в местах их установки должна быть сохранена целостность волокон (без разъемных соединений) зонового ВОК, благодаря чему достигается снижение потерь оптической мощности в цепи ПГС-О.

Общим для всех вариантов организации ПГС-О является принцип обеспечения электропитанием промежуточных пунктов от аккумуляторов или батарей, расположенных в телефонных аппаратах абонентов перегонной связи.

Рассмотрим вариант ПГС-О с применением технологии пассивных оптических сетей G-PON без первичного цифрового канала E1 [4].

Суть технологии G-PON(от англ.Gigabit Passive Optical Network, пассивная оптическая сеть) заключается в том, что между приемопередающим модулем центрального узла OLT (от англ. Optical Line Terminal) и удаленными абонентскими узлами ONT (от англ. Optical Network Terminal) создается полностью пассивная оптическая сеть, имеющая топологию дерева. В промежуточных узлах дерева размещаются пассивные оптические разветвители (сплиттеры) – компактные устройства, не требующие питания и обслуживания. Свойства волоконных сплиттеров определяют способы построения оптических сетей доступа. Так, необходимость использования в системе двух волокон вызвана односторонней направленностью связи в тракте ответвления, в результате чего связь из пункта доступа по одному волокну может быть организована только с одной из станций, ограничивающих перегон. По каждому волокну световым потоком с длиной волны 1550 или 1490 нм связь осуществляется от станции в сторону перегона, с длиной волны 1310 нм – в обратном направлении. [1 с.28].

Один приемопередающий модуль OLT позволяет передавать информацию множеству абонентских устройств ONT. Число ONT, подключенных к одному OLT, может быть настолько большим, насколько позволяет бюджет мощности и максимальная скорость приемопередающей аппаратуры.

Схема организации ПГС-О на базе технологии пассивных оптических сетей G-PON представлена на рисунке 1 [2, с.16].

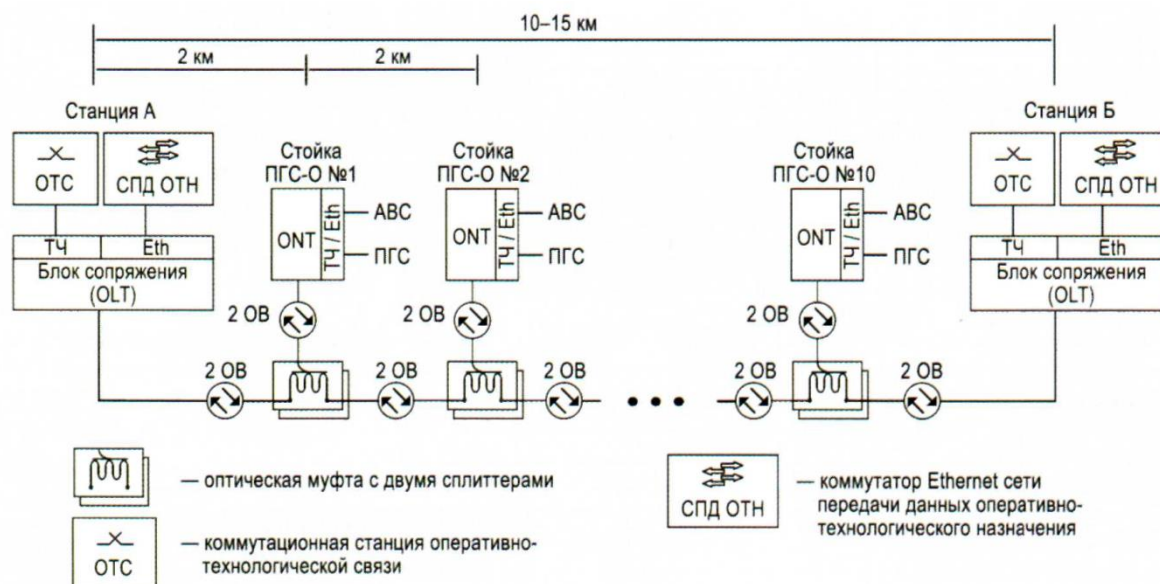


Рисунок 1 – Схема организации ПГС-О на базе технологии G-PON

Наиболее остро стоит вопрос организации цепей перегонной связи на протяженных (более 15-20 км) перегонах с учетом затухания оптического сигнала как в самой линии, так и на ответвлении к стойке ПГС-О. Одним из способов организации связи на удалённом расстоянии от коммутационной станции ОТС является использование дополнительной пары волокон зонowego ВОК. Разделка этих волокон будет осуществляться, только начиная с примерно равных расстояний. Пример организации ПГС-О для протяженных перегонов на базе пассивных оптических сетей G-PON представлен на рисунке 2.

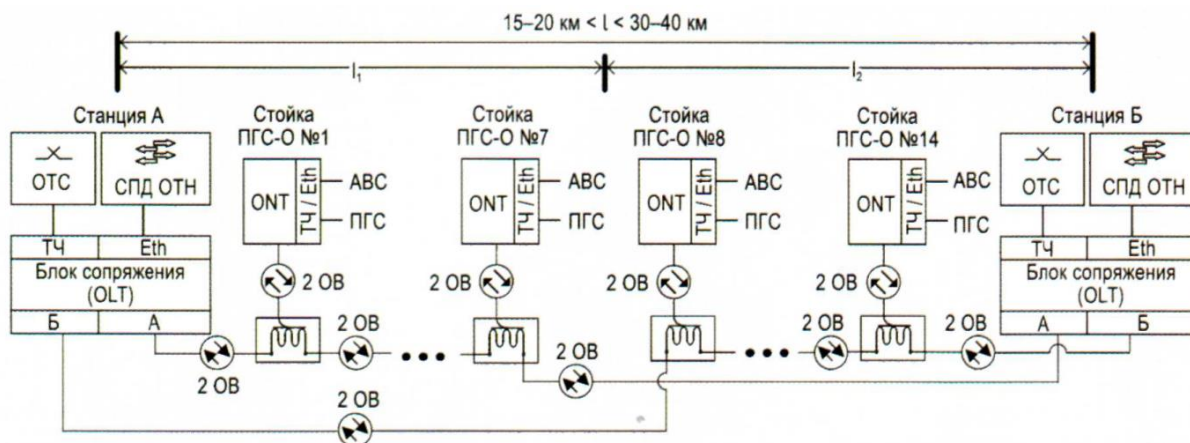


Рисунок 2 – Схема организации ПГС-О для протяженных перегонов

Система перегонной связи в условиях закрытия ряда железнодорожных станций должна обеспечивать возможность вызова и переговоров на протяжённых перегонах при расстоянии между соседними станциями до 70 км. В этом случае для организации перегонной связи требуется разделить перегон на несколько секций, в каждой секции использовать свою пару оптических волокон. По мере удаления от OLT в секции будет включаться меньшее число ОНТ,

возможно использование одной пары оптических волокон для одного ONT. При проектировании сети производится расчет энергетического баланса.

Одним из недостатком (ПСД – 1) является достаточно большой вес трубки перегонной связи ТПС-А (более 450граммов), что связано с относительно большой мощностью потребления электроэнергии. Такой вес носимого устройства не отвечает требованиям охраны труда.

Рассмотрим метод организация пассивного доступа, функционирующего по первичному цифровому каналу в световом потоке. В состав системы входит станционное устройство доступа, представляющее собой первичный мультиплексор с оптическим входом, и подключенные через сплиттеры к ВОЛС колонки перегонной связи КПС-О, выполняющие функции упрощенного первичного мультиплексора. Связь организована по двум волокнам, по которым осуществляется взаимодействие каждой КПС-О с оборудованием станций А и Б. При организации доступа с использованием первичного цифрового канала Е1 потребление электроэнергии колонкой КПС-О значительно снижается, снижается и вес носимого оборудования – трубки перегонной связи. Однако при использовании первичного цифрового канала Е1 уменьшаются функциональные возможности системы, в которой реализована телефонная перегонная связь.

Еще одним методом организации перегонной связи является организация доступа с использованием спектрального уплотнения CWDM в оптическом тракте формата Fast Ethernet. Для этого способа пассивного телекоммуникационного доступа задействуются мультиплексоры оптического ввода/вывода, представляющие собой оптические двухчастотные фильтры OADM.

Основные параметры и характеристики, влияющие на выбор варианта организации перегонной связи, приведены в таблице 1.

Таблица 1.

Параметры и характеристики	Дальность связи, км	Количество волокон	Потребляемая мощность трубки	Вес трубки	Возможность коллективных переговоров	Стоимость	Доп. функции
PON без E1	<70	(2-8) зависит от дальности связи	4 Вт	>450 гр.	нет	Относит . невелика	да
PONE1 в световом потоке	<80	2	1,2 Вт	<450 гр.	да	Относит . большая	нет
CWDM	<70	4 (две пары)	Нет данных	Нет данных	да	Относит . большая	да

В данной работе сделана попытка систематизировать знания о современных вариантах организации перегонной связи с точки зрения выбора наиболее подходящей к конкретным условиям системы с учетом протяженности перегона, наличия и видов объектов инфраструктуры, количества свободных жил ВОЛС и других условий. Это может быть полезно студентам, обучающимся по специальности 11.02.06 Техническое обслуживание транспортного радиоэлектронного оборудования для выполнения курсовых и дипломных проектов.

### **Библиографический список**

1. Лапунов С. И., Блиндер И. Д., Ананьев Д. В., Левин Л. С. Системы доступа объектов на перегоне на основе пассивных оптических сетей. // Автоматика, связь, информатика. Ежемесячный научно-теоретический и производственно-практический журнал ОАО «Российские железные дороги». 2020, №4, С. 27-33.
2. Корпусенко Е.Г., Попов Д.А., Ванников А.С., Канаев А.К. Организация перегонной связи по волоконно-оптическому кабелю.  
// Автоматика, связь, информатика. Ежемесячный научно-теоретический и производственно-практический журнал ОАО «Российские железные дороги». 2015, №9, С. 15-18.
3. Правила технической эксплуатации железных дорог РФ / Министерство транспорта Российской Федерации. – М., 2010. (в редакции 2020 г.) – 224 с.
4. Матвеева В.И. Модернизация перегонной связи на базе технологии G-PON, II Международная научно-практическая конференция Инновационное развитие железнодорожного транспорта, г.Томск\_26.02.2021г. <https://mail-attachment.googleusercontent.com>.